

公開特許公報

昭52-119611

5 Int. Cl.²
B 32 B 3/12
B 01 J 35/04

識別記号

52日本分類
203: A 12
13(9) G 02庁内整理番号
7203-41
6703-4A⑩公開 昭和52年(1977)10月7日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 10 頁)

④セラミック・ハニカム構造物

アメリカ合衆国ニューヨーク州
エルミラ・ウェスト・ウォータ
ー・ストリート1001
コーニング・グラス・ワークス
アメリカ合衆国ニューヨーク州
コーニング(番地なし)

⑤特 願 昭52-34328

⑥出 願 昭52(1977)3月28日
優先権主張 ⑦1976年3月31日⑧アメリカ国
⑨672155

⑩出願人 コーニング・グラス・ワークス

⑪發明者 スレシユ・サコルダス・グラティ

⑫代理 人 弁理士 浅村皓 外3名

イ

明細書

1. 発明の名称

セラミック・ハニカム構造物

2. 特許請求の範囲

(1) ハニカム細胞に全体として平行な構造物を貢献して長手方向に延びる複数個の相互関係にある細胞を有し、各細胞がハニカム細胞に垂直な横断面にセラミック形態を形成する隔壁により区画され、さらに細胞が前記横断面に再生的に対称パターンをいつしょに形成することからなるセラミック・ハニカム構造物であり、各細胞が細胞中央を通る矢印方向 曲面 に対して 交互に 凸状に曲つた隔壁と凸状に曲つた隔壁とからなる複数の細胞隔壁を有し、凸状に曲つた隔壁が凸状に曲つた隔壁の両端部で隣接し、かつこれらの隔壁が逆に隣接することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(2) 特許請求の範囲第1項に記載のハニカム構造物において、各細胞が、隔壁面(X,Y)内にある不同の横隔壁性係成及び異方性を最小にし、そして垂直に溝溝した隔壁の隔壁部分における曲げ応

力を最小にするように選ばれた張幅を有する半正弦波の形状に形成された曲つた隔壁を有することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(3) 特許請求の範囲第2項に記載のハニカム構造物において、正弦波形状の張幅が隔壁厚みより小さいことを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(4) 特許請求の範囲第1、第2、または第3項に記載のハニカム構造物において、各細胞が、隔壁の2つの向かいあつた両側部を形成する凸状に曲つた隔壁及び隔壁の残りの2つの向かいあつた側部を形成する凸状に曲つた隔壁からなる変更した平行四辺形、正方形、または菱形をした全体形態を有し、これにより刃を受けて変形中に、細胞の隔壁間のコーナ角度が全体としてコーナ角度の初めて順に等しく保持することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(5) 特許請求の範囲第1、第2、または第3項に記載のハニカム構造物において、各細胞が、隔壁の3つの向かいあつた側部を形成する凸状に

曲つた隔壁と、隔壁の残りの 3 個の向かいあつていなない開部を形成する凸状に曲つた隔壁とを有する変更した六角形の全体形状を有し、これにより应力を受けて変形中に、細胞の应力を受け隔壁間のコーナー角度が全体としてコーナー角度の初めの時に早く保たれることを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(16) 特許請求の範囲前記各項の任意の 1 項に記載のハニカム構造物において、ハニカム構造物の細胞が、一様でない角度状態により生じる圧縮及び引張り力を受け入れるように、変形することができ、そして近接する細胞の壁となる共通壁を有する各細胞が、近接した壁面に対して 90° の方向にあることを除いて近接した細胞と同じ輪郭をしていて、これにより曲つた温度状態で生じる長手方向の細胞長さに対する横方向の膨脹運動によって、1:10 の細胞間の兼合部が直角になる壁に対し全長として横方向にいつしよにより近づくように動こうとすることなく、一組の向かいあつて曲つた壁を変形しあつ直角にさせることができ、そしてこれ

によりもろさのより小さい構造を提供することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(17) 特許請求の範囲第 5 項に記載のハニカム構造物において、近接した細胞が互いに對して 120° の角度に向けられるかまたは回転され、近接した細胞の向かいあつた壁が同じ方向に曲げられ、かつ一列になつた各細胞が同じ形状及び配置方向を有することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

3.発明の詳細を説明

本発明は、全体としてセラミック・ハニカム構造物、即ち構成体に適し、より詳しくは、細胞の長手方向隔壁に対する垂直平面において熱应力または機械应力による変形を調節しうる彎曲した壁を有する改良したセラミック・ハニカム細胞構造物に関するものである。

以下に用いられるように、セラミック・ハニカム構造物、即ち構成物は、このような細胞の本体を形成する相互に接続し、かつ相間関係にある隔壁により形成される複数個の平行な細胞、即ち細

胞本部分を含む構造物を指示する。通常、細胞の本体は周隔壁または薄膜により取りまかれている。代表例には、全ての細胞は、薄膜に近接しているものを除いて、三角形、正方形、菱形、六角形、または円形のような同じ幾何学的な形状のものである。全体として本体内部に収容される突出表面領域を最小にするために、細胞を形成する相互に接続しそして相間関係にある隔壁は、例えば 0.0504 mm (0.002 inches) から 1.270 mm (0.050 inches) の最小厚みにされている。

このようなセラミック・ハニカム構造物は、内壁反応から引抜き物を処理する触媒コンバータ、または反応器に使用する本体、即ちコア部材として利用される。ドライヤ (Dryer) 等の米国特許第 3,783,350 号明細書には、このような引抜き物と反応する触媒によりこのようなハニカム本体を破壊する方法が示されている。触媒コア部材として有益な単一のセラミック本体を有する押し出し方法は、バグレイ (Bagley) の米国特許第 3,790,354 号明細書及びウイレイ

(Wiley) の米国特許第 3,846,197 号明細書に記載されている。單一の基体を押し出す様に使用するダイは、バグレイの特許及びウイレイの米国特許第 3,826,603 号明細書において提供される。触媒コンバータ本体用のセラミック構成物は、米国特許第 3,885,977 号明細書に記載されている。

触媒コンバータの作用においては、細胞を通つて流れる常熱の排出ガスは、細胞の隔壁に対し平行で、かつ垂直を方向に厳しい一様でない温度勾配を発生する。細胞に対し垂直な方向の勾配は、本体上に作用する非常に大きな後退方向及び半径方向应力を生じさせ、本体の周縁領域の割れ、または破壊の形態の機械的破壊の原因として該當されてきた。

「触媒單一の熱衝撃抵抗における細胞幾何学の影響 (Effect of Cell Geometry on Thermal Shock Resistance of Catalytic Monoliths)」、というタイトルの本発明者の論文 (日本技術協会論文集 750,171 号、1975 年 2 月) にお

りに大きくて割れずには耐えられないと予期される星の激しい熱勾配を生じる。

明白なことは、より吸収を必要条件を満足する基体を製造する際の従来の構成物及び製造方法を利用することができますことができると非常に嬉しい。従つて、本発明の目的は、構造物が機械的破壊、または割れがなく、高温度で発生されると予測される熱应力に抗することができる細胞の幾何的即形状を有し、さらに同じか、または類似した構成物及び本発明のセラミック・ハニカム構造物を製造する際採用される製造行程によくセラミック・ハニカム構造物を提供することである。

本発明の主な目的は、应力を受けて予め透過された方法で変形しうる細胞の幾何学を有するセラミック・ハニカム構成物を提供することである。

より詳しくは、本発明の目的は、セラミック・ハニカム構成物のひずみ許容度、または熱衝撃抵抗を増大させ、または細胞壁に全体として平行で、かつ細胞の長手方向軸線に対し垂直な方向の構造弹性係数を低くしたことを特徴として、細胞壁

いて、熱应力に抵抗する基体の能力を改良する種々の制限が記載されている。ここで、セラミック・ハニカム構造物の熱的衝撃抵抗は、構成物を形成する材料の熱膨脹係数及下限温度における材料の熱膨脹係数に比照し、このような方向にかけられた延伸または構造弹性係数に逆比例する。過去においては、構成物を差し、また少し熱膨脹係数及び最大強度を有する基体を製造する製作工程に非常に努力が向けられた。開拓者は、現在まで使用されたセラミック・基体が現在の自動車用熱媒装置に存在する条件のもとでは満足して達成すると思われている限り、充分であつた。

しかしながら、自動車の排気放出物に関する連邦政府の汚染の必要条件が将来にはさらに厳しくなるであろうし、そしてより詳しくはこのような将来の必要条件が排気ガスから電気酸化物を取り除くためにより高温度での変換を多分必要とするであろうことが周知になつてゐる。言い換えると、将来用いられる基体が非常に高い温度を受けると予測される、これらの温度は、公知の基体があま

く有するこのような構造を提供することにより構成することである。さらに、本発明は、細胞の長手方向軸線、または構造物の細胞状部分に対して垂直な平面内部に含まれる方向のより一様な、または等方性に近い構造弹性係数を有するハニカム構造物または構成物について考察している。

さらに、本発明の目的は、高強度、または隔壁を有する細胞形状、または幾何学を有したハニカム構造物を提供することであり、これにおいて隔壁は充分に曲げられて、直角な側面を有する細胞幾何学による等方性構造弹性係数の特性を最小化し、さらに壁の曲率により生じる壁、即ち隔壁の曲率における应力を最小にしてゐる。

本発明の概要を説明すると、これらの目的を達成する際、本発明は、構造物を長手方向に延伸し伸びる細胞として細胞状部分、即ち壁をいつしよに形成する構成物の相互に連結した隔壁を含むセラミック・ハニカム構造物、即ち構成物を提案し、この構造物において構造物の周囲の壁を呼び、各部は2つの隔壁により囲まれて、一般における

隔壁が各細胞の中央部を通りて長手方向に延びる軸線に対し凹状に曲げられ、他の壁にかかる隔壁がこのような細胞の中央部を通りて延びる長手方向軸線のまわりに凸状に曲げられ、そして各細胞状部分、即ち細胞の全体の輪郭が平行四辺形または六角形の形状を有する。

より明確には、平行四辺形型の細胞においては、全体として互いに平行な隔壁は、同じ方向に曲げられ、即ち凹状に曲つた隔壁の両端部に隣接するのは凸状に曲つた隔壁であるような凸形、または凹形をしており、逆もまた同じである。このように、隔壁間の角度は、細胞の長手方向軸線に対し垂直な平面における輪郭状部分に作用する引張り应力または圧縮应力を受けて直角形も、またその変形中にも全体として同じ角度で維持される。

他の実験例も同様に考観されるが、半正弦波の形状に各隔壁を形成する方が非常に好ましい。

細胞の全体形状が互いに対向した2つの凸状に曲がつた壁とその他の壁の間で2つの凹状に曲がつた壁とその他の壁の間で2つの凹状に曲がつた壁とを有する正方形の形状であるときには、わずかな強

端で曲つた状態の隔壁を状にしてことにより、隔壁の端部を通る直線に対し全体として平行な方向の横隔壁性係数が既に減少することにより、これにより全体構造をほとんど構造的に劣化化にする。隔壁の振幅を既小に止めることにより、壁の端部化作用する曲げ応力の増大を既小にし、これにより構造物の強度が比較的わずかに減少するだけである。従つて、細孔の外側表面は、相似の輪廓をした直角ぐるま輪廓からなる細孔の底面より既に高い底面となろう。

このように、本発明のモル内は、外側表面を既見し、また既ひずみ許容値を既大ささせせし可塑性を有するハニカム構造物を提供することである。

以下にかいて、本発明の好適実験例を添付図面を照して説明する。

ところで、既に第2乃至第6図を参考すると、セラミック・ハニカム構造物、即ち構成物のいくつかの実施例が示され、各実験例の構成物は、複数個の平行な細胞状部分、即ち細胞30～38、

即ち、各凹状隔壁20との両端部は、2側の凸状の隔壁20との端部に接続しており、さらに凸状の部分20との両端部は凹状の部分20との端部に接続する。

凹状の隔壁または隔壁20とは、互いに向かい、これらの端部において凸状の曲つた隔壁20により結合され、これらの隔壁はまた互いに向かいあつている。各隔壁は、第4図に示すように少しの長さLを有し、該長さは各隔壁の端部から接合部へ、即ち端部から隔壁への直線に沿つて測定され、そして凸状及び凹状の隔壁は同一の曲率を有し、各隔壁が並びた隔壁20及び20との接合部24においては $\pm 90^\circ$ の4個の等しいコーナー角度を提供している。ここで使用されるようセミナー角度は、壁の接合部、即ち接合部におけるそれぞれの隔壁間に接していてそして横断面にあら2個の壁の交差により決められる。隔壁は、全体として一端を直角を有し、直角は前述のように既小にされ、各細胞30乃至38の端部した隔壁を既小化する。隔壁24において、既

40～44及び50～60を含み、隔壁30は、既下に細胞、即ちハニカム構造として既用する隔壁または一方向に分体として平行に横隔壁を組つて隔壁の形既に既成され、既出の隔壁ある隔壁または隔壁20により既成されている。ハニカム構造物を形成する隔壁の隔壁は、既3端に部分的に示す隔壁、即ち外隔壁、即ち隔壁70により既成されている。好適には、隔壁は、既前記に既く、ハニカム構造に対し垂直な平面において、いわゆる横断面と呼ぶ又及び歯を含む隔壁に既に既成既成を既小にする。

第2乃至第4図に示す第一の実験例において、各細胞30～38は、変更した正方形の全体外形を有し；いわゆる各隔壁の隔壁20及び20との接合部または接合部24を組つて引いた直線により正方形が形成される。30乃至38の各細胞は、第一の組の向いあつた凹状に曲つた隔壁20と、第二の組の向構の凸状に曲つた隔壁20とを有し、4個の接合部24において凸状に曲つた隔壁20は凹状に曲つた隔壁20と接続する。

ち隔壁の端部において、応力集中を既小させるのに接合部は好適に平滑にされるか、または丸くされている。

第3図に示すように、各細胞状部分の変形正方形の形状は、対称的な、繰り返しの、即ち再生するパターンに組込まれ、各細胞30乃至38が同じ形状のものであるが、織りの細胞は互いに對して 90° の角度変位がされている。即ち、細胞30のような各細胞は、このすぐ近くの細胞30乃至38と同一のものであるが、しかし各近接した細胞32乃至38は、共通の細胞30に對し 90° だけ回転した位置にある。このように、細胞38及び36、または細胞32及び34の上に一列になつた各細胞は、互いに同一であり、細胞30のよう、どちらかの側面に既けるこのような細胞から 90° の角度回転された細胞をその間に有する。

一個の細胞としてのハニカム構造物の横断面の半り既し状の細胞パターンを形成するもう一つの方法は、各隔壁の裏が1枚の紙からなる紙材に対

して凸状であるか、このようを輪廓に共通な形状部分に対し凹状になつてゐることである。例えは、細胞30の傾き20°は、細胞30に対し凹状であるか；しかし細胞30と共通であり、そして細胞30の傾き20°をかけた状態した細胞36及び38においては、傾き20°がそれに対し凸状に曲げられてゐる。細胞30においては、傾き20°がその中央または長手方向輪廓に対し凸状に曲げられてゐるが、同じ輪廓が細胞30の上5及び下5のそれぞれに配置された近接する細胞32及び34の中央に対して凹状に配置されている。圓面から細胞であるように、唯一の数字が使用されて、2個の細胞と共通である細胞の輪廓を示している。

本発明のハニカム構造物の主要な利点は、^熱圧力17にまたは機械的圧力を受けて変形中に、変更した四辺形の場合には $\pm 90^\circ$ となるコーナー角度が各それの細胞において本質的に等しく保持されることである。この結果は、向かいあつた隔壁20°及び20°のそれぞれが各細胞の中央部か

らまたはその方向へのどちらかに傾びる子のモーメントを受けたアームを有し；そしてそれが中央、このよう子のモーメントを受けたアームが細胞の中央部から離れるかまたはその方向へのどちらかに傾きを曲げようとしてすることによりもたらされる。従つて、凹状に曲つた輪廓に平行に働く力は、2個の輪廓が内方向に折れ曲つたり、または折りやすくなせ；そして凸状に曲つた輪廓に平行に働く向かいあつた隔壁との間のコーナー角度をこれららの隔壁の初期の傾に全体として等しく維持する。ここで用いられてゐるよう、全体として一つの隔壁に平行なという語句は、横断面にあり、そして例えば第4図に示すエンドに沿つた接合部、または接合部24において隔壁の端部に交差する直線に沿つた方向を含む。

セラミック・ハニカム構成体の分野の熟練者は明らかであるように、隔壁により形成されたコーナー角度が減少するにつれ、圧力は隔壁の端部で

より集中しようとする。この圧力集中には、コーナー角度をこれらの初期の大きさまたは値に全体的に維持する前述の機構、または装置を有するハニカム構造物を提供する本発明により最小にされる。通常の直角的な壁をした或可学的形状の公知の細胞幾何学と比較すると、本発明の曲つた幾何学にこれは、構造物は、直角または平坦な隔壁が圧力を受けて曲つたり、または変形するこうな任意の方法においてといひよりはむしろ、予め設定されまたは予め行つた方法で変形される。基盤を含むセラミック材の形變係数を減少する代りに、またはそれに加えて、コーナー角度をこれらの初期の値に維持し、そして本発明のより大きな細胞の可塑性を維持するこの装置は、ハニカム構造物に対して改良された熱的衝撃抵抗を与えることになる。

上述の細胞幾何学のもう一つの重要な見かたとして、構造面内の方向の構造異性係数が曲つた隔壁の構造面ではより低くそしてより一様になることである。この構造異性係数の導出は、半垂直方向及

び垂直方向圧力が熱的にまたは機械的に生じるかどうかで、このよう圧力に抵抗する構造物の能力を改良することになる。

前に引用したS.A.E.紙に載じられてゐるよう、第1図の構造物の正方形の細胞の構造異性係数は以下の等式により求められる。

$$\bar{E}(\theta=0, 90^\circ) = E \left(\frac{t}{L} \right) \quad (1)$$

及び

$$\bar{E}(\theta=45^\circ) = \frac{2E}{\left((L/t)^2 + (3+2\kappa) (L/t) \right)} \quad (2)$$

ここで、 θ は第1図に示す子から角を定むる細胞材の傾き係数； L は隔壁10の長さを表わし； t は隔壁10の厚味； κ はボアソン比である。ボアソン比 κ は、 $\theta = 45^\circ$ または対角線方向で、細胞壁が一様でないのよう細胞幾何学においては不完全であることから $\kappa = 0$ であると仮定される。

代表的には、 κ 青石製セラミックの対角線異性

である埋し出し基体であり、厚み、或ち t を 0.254 mm (0.010 inches)、荷重 W を 1.78 kg (0.070 inches) に等しく、及び弹性係数 E を 0.254×10^6 kg/cm² (4×10^6 pound per square inch) にほど等しくすると、第 1 図に示す型の正方形の細胞状部分の構造弹性係数は、前の式(1)と(2)を用いて、次の値に計算される。

$$\text{即ち}, \bar{E}(0,90^\circ) = 0.0401 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

$$(0.57 \times 10^6 \text{ psi})$$

及び

$$E(45^\circ) = 0.00211 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

$$(0.03 \times 10^6 \text{ psi})$$

このように、先行技術の正方形の細胞は、非常に彈性的な異方性のものであることが解る。細胞壁に平行な方向の構造弹性係数(式3)は、対角線方向の構造弹性係数(式4)より 1.9 倍も大きい。正方形の細胞の異方性を説明するため、横断面における種々の方向の構造弹性係数をプロットした等性曲線を第 1 図に示す。

本発明の好適実施例によると、第 4 図に示すように、荷重 200 及び 20 t には、各々次式により形成される半正弦波の曲線を有してもよく、

$$y = a \sin \frac{\pi x}{L} \quad (5)$$

この式の y は接合部 24 (いわゆる、第 4 図の左端から) において隔壁の端部を通つて引かれる直線から垂直方向にとつた変位はであり; L は隔壁の垂直線または端部の直線距離; そして a はいわゆるどちらかの接合部 24 から $\frac{L}{2}$ の距離または中间地点における隔壁の最大の振幅またはその振幅である。変位置 x 及び振幅 a は、隔壁の内側または外側表面というよりはむしろ隔壁の中央線に関して倒つてものである。第 4 図に略略的に示す隔壁の外形線または輪郭は、このようにそれぞれの隔壁の中央線の外形線であり; そして振幅 a は、このようす端部間の中间部または隔壁の中间地点において、隔壁の中央線の端部を通つて引かれる直線 x から偏位置である。

第 1 図に示し、かつ第 1 図に示すだけられた

正方形幾何学の弹性系数と本発明の異方性の弹性系数を比較するために、構造弹性系数の式(1)及び(2) (前述の事項に示されるように)を得るために使用した異方性の弹性理論及びエネルギー方法を、また本発明の改良された細胞幾何学の種々の構造弹性系数を得るために使用した。第 2、第 3 及び第 4 図の変更されて正方形の輪郭は、式(3)に示す形状のうねり状の曲り壁を備える場合には、以下の式により形成される構造弹性系数を有する。即ち、

$$\bar{E}'(\theta=0,90^\circ) = \frac{E}{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{6}{\pi^2} \frac{t^2}{L^2} \right)} \quad (6)$$

及び

$$\bar{E}'(\theta=45^\circ) = \frac{2E}{[(L/t)^2 + (3+2\sqrt{2})(L/t)]} \quad (7)$$

この式において、 θ は第 4 図に示すうねり形状 1 の曲率の最大振幅; 他のパラメータは上記の式(1)及び(2)におけるものと同じであり; そして以下に述べる理由のため曲率の値が小さな張幅が大きくなること見出されたことから、対角線方向の構

造系数の等式は、上述の式(2)、即ち $\bar{E}(45^\circ)$ に等しい $\bar{E}'(45^\circ)$ により与える式である。

壁厚み t を再度 0.254 mm (0.010 inches) に等しくし、壁長さ L を 1.78 mm (0.070 inches) に再度等しくすると、 $\frac{6}{\pi^2}$ (いわゆる壁厚みと張幅の比) の種々の値の壁に全体として平行な方向の構造弹性系数は、以下のようである。即ち、

表 1

$\frac{t}{L}$	$\bar{E}'(\theta=0,90^\circ)$
0	$0.0401 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 (0.57 \times 10^6 \text{ psi})$
0.2	$0.0323 \times 10^6 \text{ " } (0.45 \times 10^6 \text{ " })$
0.4	$0.0204 \times 10^6 \text{ " } (0.29 \times 10^6 \text{ " })$
0.6	$0.0127 \times 10^6 \text{ " } (0.18 \times 10^6 \text{ " })$
0.8	$0.00844 \times 10^6 \text{ " } (0.12 \times 10^6 \text{ " })$
1.0	$0.00577 \times 10^6 \text{ " } (0.082 \times 10^6 \text{ " })$
1.2	$0.00415 \times 10^6 \text{ " } (0.059 \times 10^6 \text{ " })$
1.5	$0.00274 \times 10^6 \text{ " } (0.039 \times 10^6 \text{ " })$

前述の如きは、0°の振幅において、即ち隔壁が直角であるとき、構造係数は、式(6)において上示したように、 $0.0401 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ($0.57 \times 10^5 \text{ psi}$) に等しい。薄くべきことに、長幅と薄みの比が 1.5 に等しい場合、構造弹性係数は、 $0.0127 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ($0.039 \times 10^6 \text{ psi}$) に減少している。このことは、大きさがオーダーを換えるという構造係数の変化を表わす。

しかしながら、上記のように無衡撃抵抗は、構造係数に逆比例するだけでなく、また関連する方向の構造の強度に直接比例する。そのために、また、隔壁の曲つた形状により隔壁に組込まれるモーメント・アームの端点として、接合部近くの隔壁の端部において生じる曲げ応力の増加を考慮する必要がある。従来の四辺形細胞の曲げモーメントと本発明の曲げモーメントとの間の関係は、次のように表現されてもよい。即ち、

$$\frac{M_o(\text{曲り壁})}{M_o(\text{直壁})} = 1 + \frac{4\theta}{\pi L} \cot \alpha \quad (8)$$

壁の構造弹性係数の減縮割合は 3 で表わされる。さらに、隔壁の端部における曲げ応力の増加は、10 パーセントにすぎない。これにより大体の近似するものとして、その振幅が壁厚みの $6/10$ であるうねり状に曲つた隔壁を有する変更した正方形細胞の幾何学は従来の正方形細胞幾何学と比較して構造物の無衡撃抵抗の点で少なくとも倍増することになるといえよう。

さらに、本発明の細胞幾何学は、セラミック・ハニカム基体の各万性の構造係数特性に非常に大きい改良を与えることになる。例えば、いうならば、前述の 0.254 mm (0.010 inches) の壁厚み、及び 0.152 mm (0.006 inches) の構造心率では、表 1 では細胞壁に平行な方向に $0.0127 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ($0.18 \times 10^6 \text{ psi}$) の構造係数を示す。式(7)を用いると、このような壁厚み、及び構造心率を有する変更した正方形や次の場合の正角形方向の構造係数は $0.00211 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ($0.03 \times 10^6 \text{ psi}$) である。これらの値を使用すると、 0° , 90° , 180° 及び 270° 頂を使用すると、

この式において、 M_o (曲り壁) は、うねり状の曲つた隔壁の端部割合における曲げモーメント; M_o (直壁) は、第 1 図に示すように、従来の正方形細胞の直角ぐな隔壁の端部における曲げモーメントを示す; 及び θ は前記のものと同じ; α は、第 1 図に示すように接合部 2° またはその端部における隔壁の曲線に対する角度 S と、隔壁の端部と対向する接合部を構成する傾きとの間の角度変位である。この式の比を、 $\theta = \frac{\pi}{4}$ (0.152 mm (0.006 inches)) 及び $L = 1.78 \text{ mm}$ (0.070 inches) の値で算くと、

$$\frac{M_o(\text{曲り壁})}{M_o(\text{直壁})} \neq 1.1 \quad (9)$$

である。

式(9)及び表 1 を参照すると、振幅が 0.152 mm (0.006 inches) 及び壁厚み 0.254 mm (0.010 inches) においては、細胞壁に平行な方向の構造弹性係数は、 $0.0127 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ($0.18 \times 10^6 \text{ psi}$) であり、直角ぐな

の方向の弹性係数の減縮に上り構造弹性係数の一様性の点で改良されたものが第 2 図に示されており、前記万向では厚味の $6/10$ に等しい振幅を有するうねり状壁の曲率を組込んだ弹性係数となる。最大弹性係数は、67% のオーダで減少、他の語句では 3 のファクタで減少する。直角ぐな端部をした正方形の細胞の対角線及び壁に平行な万向の構造係数の値が 1 のファクタだけ違うので、本発明の変更した正方形の幾何学に対する同じ振幅は 6 のファクタだけ違う。これにより、構造弹性係数における異万性は、 $\frac{19}{6}$ のファクタだけ、即ちまたは 3 のファクタだけ改良されていく。

第 5 図に略示す本発明の改良されたハニカム構造物のもう一つの実験例は、変更した六角形の細胞形状を有する; 即ち、各細胞の接合部または接合部 2° に次に近い部分を構成するかから直角が六角形を形成している。第一の柱の凹状に曲つた隔壁または壁は、3 個の同じかつていてない角は 20° を有し; 一方、第二の柱の凸状に曲つた壁

華な 3 個の向かいあつていをい端壁 20° を含む。凸状に曲つた端壁 20° は、互いに離れていて、それらの端壁の端部は凸状に曲つた端壁 20° の端部に接続され；かつ各凸状の端 20° の端部は、凸状の端 20° の端部に接続している。端壁は、長さと互に等しいものであり、そして各接合部 24° に半垂直でありそしてその 2 個の近接した接合部から長角柱で間隔があけられている。凸状にそして凹状に曲つた端壁の方向と曲率は、端壁の端部方向に形成される 120° の等角度となる。

第 5 図に示すように、細胞 40、42 及び 44 は、互いに反対して向けられ、繰り返し、または再生した対称的なパターンを形成し、該パターンにおいて一個の細胞に対して凹状に曲げられた端壁（細胞 40 に対する端壁 20° のよう）は、この二つの端壁に交差する細胞（細胞 42 のよう）に対して凸状に曲げられている。細胞は、互いに同一であり、そして近接した細胞は、細胞のコ

ナ角度に等しい大きさだけ、即ち 120° の大きさだけ回転される。この細胞間の回転關係は、第 5 図の細胞 40、42、及び 44 に示され、この図において細胞は共通の接合部 24° 回りに回転される。細胞 40 及び 42 のようを任意の一列の六角形の細胞は、このように、列の方向に對し傾て位置する端壁が同じ方向に曲げられるよう、互いに反対して向けられている。

第 6 図に示す別な実験例においては、細胞が変更した菱形または長斜方形の形状を有する。この実験例においては、互いに反対して向けられた端壁の端部において 2 個の向きあつた凸状に曲つた端壁 20° と、傾斜した各 2 個の凹状に曲つた端壁 20° とを有して、第一及び第二の組の各々に 2 個の端壁を有する。端壁は、全てが端部から端部へ側られた等しい長さを有し、そして同一の曲率を有する。互いに向きあう 2 個のコーナー角壁は、ほゞ 60° であり、そして他の向きあう角壁はほゞ 120° である。以上のように、コーナー角壁は、接合部 24° において交差しそして横断面にある

端壁への接続の交差により形成される。

ハニカム構造物として一体に組込まれる場合、このような変更した菱形形状をした細胞は、構造物の周囲を除いて、任意の一個の端壁が一個の細胞に対して凹状に端壁されるが、近接するかまた離れた端壁（即ち、端壁に共通な細胞）に対して凸状に曲げられている状態で、互いに相互に網目をなしている。このパターンは、中央の接合部回りに接合した 3 個の同一の細胞からなる網目を有するように表わされ；例えば、細胞 50、52 及び 54 は、一個の接合部 24° 回りに構成されており、そして細胞 56、58 及び 60 はもう一つの接合部 24° のまわりに表せられる。次つて、細胞の全体のパターンは、各々が共通の接合部のまわりに構成された 6 個の同一の細胞からなる複数の網目を含むものとして記述されてもよい；例えば、細胞 52、54、56 及び 58 は、このように 6 個の細胞の構成を形成する 6 個の細胞のうちの 4 個である。

第 5 及び第 6 図の変更した六角形及び菱形の形

状をした細胞は；変更した四角形の形状に関して上述のように同じ利点を与える。熱効率、または機械的に生じる応力を受けて変形中に、構成する端壁間の角度は、これらの端壁の初期の直に全体として等しく留まろうとし、これにより端壁の端部における応力集中が最小にされる。また、曲つた端壁の構造により、変更した六角形及び菱形の形状をした細胞が、その壁または端壁に全体として平行な方向に成ねより可塑性を有する。

端に曲率を与える結果として生じる端壁の端部における曲げに力を最小化するが、しかしながら構造係数を低く一様にするには、端壁がうねり次に曲げられていることが必要である。さらに詳しくは、うねり状の形をした端壁は、細胞壁に全体として平行な方向ににおける細胞構造の構造弹性係数を既に減少するが、しかし曲つた端壁形状の増大したモーメント・アームに組み込まれて曲げに力を既に増加させることがないよう計算された端端角を有することが最もしつ、変更した六角形の形状に導いては、非常に小さい強度である。

ねり形状の構造が端面可溶を本質的に導性的な等方性になることになり; このことは、直角な端をした六角形構造物が平行四辺形の形状をした構造物よりずっと小さい等方性を有していることからなる結果であることに注意すべきである。

本発明は、自動車の懸架コンバータに使用するため好適なセラミック型のハニカム構造物に満して説明してきたが、セラミック・ハニカム構造物が有利には無いひずみ許容度、または高い熱衝撃抵抗を必要とする他の場合に採用されてもよいことは認められよう。従つて、本発明が懸架コンバータとして使用されるセラミック・ハニカム構造物、または構成物に制限されることを意図としている。

本発明は、その可能とする形状または実施例に満して説明してきたが、本発明の開示は、制限といふよりむしろ説明のためのものであり、そしてその変化及び変更が特許請求の範囲の記載、または本発明の精神から離脱することなくなされてもよいことは理解されるべきである。

4. 図面の構成を説明

第1図は周知の形式のハニカム構造物の細胞状部分、即ち細胞を示す破断面図; 第1a図は第1図に示すように第1図の横断面またはX-Y面の細々の方向ににおけるこのような細胞状部分の構造導性係数を示す特性曲線の対数図; 第2図は本発明のハニカム構造物の細胞状部分を示す破断面図; 第2a図は横断面またはX-Y面の細々の方向ににおける第2図の改良されたハニカム構造物の構造導性係数を示す特性曲線の対数図; 第3図は細胞状部分を形成する相互に接続した隔壁が変更した正方形の全体外形を有する本発明の好適実施例の代表的を示す図; 第4図は、第3図に示す構造物の單一の細胞または細胞状部分、かつより詳細にうねり形状の好適な壁曲率を示した破断図; 第5図は相互に接続した隔壁が変更した六角形の形状に相互に接続して相接關係にある細胞をなした本発明の他の好適実施例の代表的な模図; 第6図は各隔壁が変更した菱形状の平行四辺形の全体形状を有する本発明の好適実施例を示す図である。

すなはち、

20a, 20b, 20c, 20d, 20e,

20f … 「隔壁」

24, 24', 24" … 「接合線」

30~38, 40~44, 50~60 … 「細胞」

代理人 梁村 路

外3名

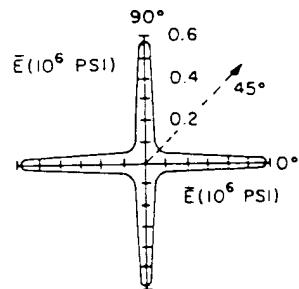


Fig. 1a

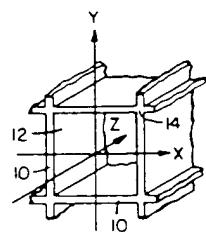


Fig. 1

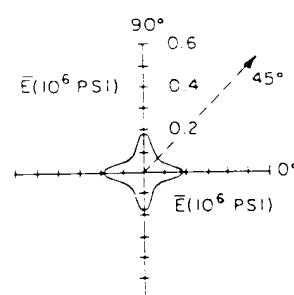


Fig. 2a

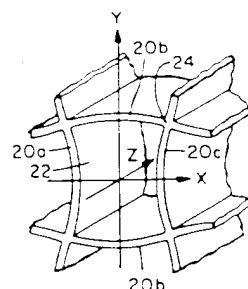


Fig. 2

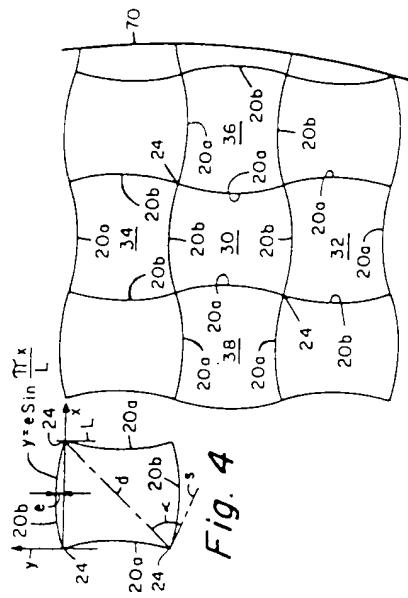


Fig. 3

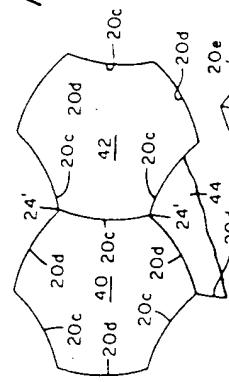


Fig. 6

